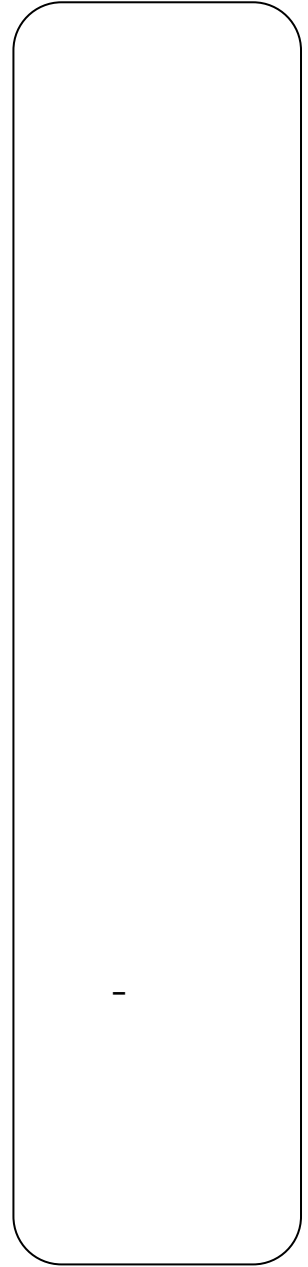


# PCA

( )



PCA

(TPM) (Total predictive maintenance)

. [ ]

. [ ]

(Predictive maintenance)

(Total predictive maintenance)

TPM

. [ ]

TPM

TPM .

. [ ]

TPM

TPM

(Imprecise)

TPM .

. [ ]

. [ ]

TPM

(He)

[ ]

(Feedforward)

TPM



(PCA)

[ ] (Wang Knapp)

soft-max

(Backpropagation)

(SCG) (Scaled Conjugate Gradient)

CNC

[ ] (Lee Becraft)

[ ] (Mrossi Mazzieri Lucifredi)

Javadpur Knapp)

dynamic kriging

(Real

[ ] (Wang Time)

ARTMAP

[ ] (Molina)

(NNMP)

[ ] (Knapp Javadpur)

(Neural Network Maintenance Predictive)

[ ] (Jones Evans Bansal)

ARTMAP

[ ] (Bansal)

PCA

[ ]

«Bjest»

MFNN .

:

« »

[ ]

)

(

$t_k$

$x_k$

(Multilayered Feedforward

(MFNN) Neural Network)

$[0,1]^n$

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \in \mathbb{R}^n$$

( )

( MFNN)



$(x_i(k))K$

$(w_{ij}(k))$

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \Delta w_{ij}(k)$$

$$\Delta w_{ij}(k) = F[e_j(k)] = F[t_j(k) - Y_j(k)]$$

(Low)      (Medium)

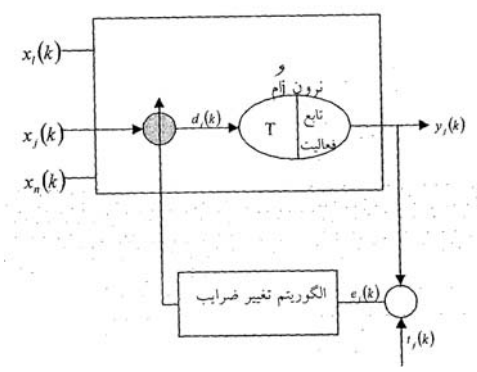
$(y_j) \quad j$

$[x_1, x_2, \dots, x_n]^T$

$$Q = \sum_{k=1}^N [Y(x_k) - t_k]^2$$

$$\Delta W_{ij} = -\eta \frac{\partial Q}{\partial W_{ij}}$$

$\eta \in (0/1)$

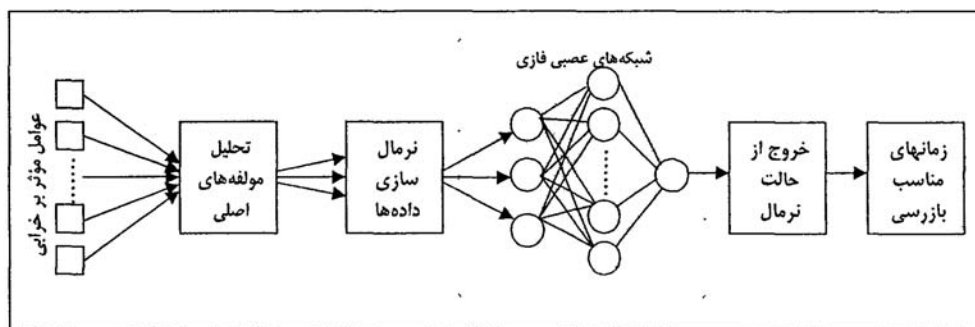


( )

12	2/23	17	38	14	38	2100	41	18	3	14/2 0	44	13/2 0	41	2040	1
10	2/23	17	38	17	38	2100	42	20	3/1	14/0	40	14	44	2060	2
10	2/28	16	36/0	10/2 0	36	2050	43	27	3/1	14/2 0	46	14/0	40	2060	3
10	2/23	16/2 0	38	16/2 0	38	2100	44	20	3/1	14/0	46	14	40	2020	4
14	2/3	16	38	16	38	2100	40	40	3/1	14/0	46	14/0	46	2100	0
10	2/3	16	38	16	38	2100	46	20	3/2	10	48	14/0	46	1980	6
22	2/0	16	40	16	40	2100	47	30	3/1	10/0	49	10/0	47	2100	7
20	2/0	10/2 0	40	10/2 0	38/2 0	2060	48	30	3/2	10/0	00	10/0	00	2100	8
24	2/04	10/0	39/0	10/0	39/0	2100	49	30	3/2	10/0	49	10/0	49	2100	9
14	2/09	10/2 0	39/0	10/2 0	39/0	2100	00	30	3/2	10	48	10	48	2100	10
32	2/9	10/2 0	41/0	10/2 0	41/0	2100	01	30	3	16	49	10/0	48	2050	11
30	2/9	10/2 0	41/0	10/2 0	41/0	2100	02	30	3/1	16	00	16	00	2100	12
20	2/9	16	42	16	42	2100	03	40	3	10/0	46	16/2 0	48	2160	13
30	2/6	10/0	41	10/0	41	2100	04	44	3/3	10	49	10	49	2100	14
36	2/6	16/0	42/2 0	10/0	40/2 0	2020	00	20	3/1	14/0	40	16	01	2180	10
38	2/0	16/0	42/2 0	16/0	42/2 0	2100	06	8	3/3	14/2 0	00	14/2 0	00	2100	16
30	2/0	17	42/2 0	17/0	44	2100	07	14	3/0	14	49	14	49	2100	17
30	2/0	10	37/0	17	41/2 0	2100	08	12	3/0	14	49/0	14	49/0	2100	18

۳۲	۲/۴	۱۶/۵	۴۰	۱۵/۲ ۵	۳۸	۲۱۵۰	۵۹	۱۶	۳/۶۹	۱۳/۲ ۵	۴۹	۱۲/۵	۴۸	۲۰۰۰	۱۹
۲۸	۲/۳	۱۷/۵	۴۱	۱۷/۵	۴۱	۲۰۶۰	۶۰	۶	۲/۸	۱۵	۴۳	۱۵	۴۳	۲۱۰۰	۲۰
۲۶	۲/۲	۱۷/۷ ۵	۴۰	۱۷/۷ ۵	۴۰	۲۱۰۰	۶۱	۱۵	۲/۸	۱۵	۴۴	۱۵/۵	۴۴	۲۱۰۰	۲۱
۲۰	۲/۲	۱۷/۷ ۵	۴۰	۱۷/۷ ۵	۴۰	۲۱۰۰	۶۲	۶	۲/۶	۱۶	۴۱	۱۶	۴۱	۲۱۰۰	۲۲
۲۰	۲/۴	۱۷/۲ ۵	۴۲/۹	۱۹	۴۴/۲ ۵	۲۱۴۰	۶۳	۱۸	۲۲/۶	۱۶	۴۱	۱۶	۴۱	۲۱۰۰	۲۳
۱۲	۲/۲	۱۹/۵	۴۳	۱۹/۵	۴۳	۲۱۰۰	۶۴	۲۲	۲/۵	۱۵/۵	۳۹	۱۶	۴۱	۲۱۵۰	۲۴
۱۶	۲/۱۹	۱۸/۷ ۵	۴۱	۱۸/۷ ۵	۴۱	۲۱۰۰	۶۵	۱۵	۲/۵	۱۵/۵	۳۹	۱۵/۵	۳۹	۲۱۰۰	۲۵
۹	۲/۲	۱۷/۷ ۵	۳۹/۵	۱۸	۴۱/۵	۲۲۰۰	۶۶	۱۶	۲/۵	۱۵/۵	۳۹	۱۵/۵	۳۹	۲۱۰۰	۲۶
۱۰	۲/۵	۱۶	۴۰	۲۴	۴۰	۲۴۰۰	۶۷	۱۸	۲/۶	۱۶/۵	۴۲/۵	۱۵	۳۹	۲۰۱۰	۲۷
۱۰	۳/۲۵	۱۲	۳۹	۱۲	۳۹	۲۱۰۰	۶۸	۲۶	۲/۶	۱۶	۴۱	۱۷/۲ ۵	۴۳	۲۱۵۰	۲۸
۱۰	۳/۷	۱۱/۲ ۵	۴۲	۱۱/۲ ۵	۴۲	۲۱۰۰	۶۹	۴۰	۲/۶	۱۵/۲ ۵	۳۹/۵	۱۵/۲ ۵	۳۹/۵	۲۱۰۰	۲۹
۱۲	۳/۷	۱۱/۲ ۵	۴۲	۱۱/۲ ۵	۴۲	۲۱۰۰	۷۰	۳۴	۲/۵	۱۵/۲ ۵	۳۸/۷ ۵	۱۵/۲ ۵	۳۸/۷ ۵	۲۱۰۰	۳۰
۱۸	۳/۶	۱۱/۵	۴۱/۵	۱۱/۵	۴۱/۵	۲۱۰۰	۷۱	۳۵	۲/۵	۱۶	۳۹/۵	۱۶	۳۹/۵	۲۱۰۰	۳۱
۱۸	۳/۴۷	۱۳/۲ ۵	۴۶	۱۱/۵	۴۲	۲۰۲۰	۷۲	۴۰	۲/۵	۱۶	۳۹/۵	۱۶	۳۹/۵	۲۱۰۰	۳۲
۲۴	۳/۳۸	۱۳	۴۴	۱۳/۷ ۵	۴۶	۲۱۴۰	۷۳	۴۰	۲/۵	۱۶	۳۹/۵	۱۶	۳۹/۵	۲۱۰۰	۳۳
۱۸	۳/۲	۱۳	۴۲	۱۳	۴۲	۲۱۰۰	۷۴	۳۵	۲/۴۷	۱۷	۴۲	۱۵/۵	۳۹/۵	۲۰۵۰	۳۴
۲۵	۳/۶	۱۱	۴۰	۱۲/۵	۴۳	۲۱۶۰	۷۵	۳۰	۲/۳	۱۷	۳۹	۱۸/۷ ۵	۴۲/۵	۲۱۸۰	۳۵
۲۴	۳/۵	۱۲	۴۲	۱۲	۴۲	۲۱۰۰	۷۶	۴۰	۲/۳	۱۶/۵	۳۸/۵	۱۶/۵	۳۸/۵	۲۱۰۰	۳۶
۲۸	۳/۶	۱۲/۵	۴۶	۱۱	۴۲	۲۰۴۰	۷۷	۴۰	۲/۳	۱۶/۵	۳۸/۵	۱۶/۵	۳۸/۵	۲۱۰۰	۳۷
۴۰	۳/۴	۱۱/۵	۴۰	۱۲/۵	۴۶	۲۱۶۰	۷۸	۳۰	۲/۲	۱۸	۴۰	۱۸	۴۰	۲۱۰۰	۳۸
۳۸	۳/۴	۱۱/۷ ۵	۴۰	۱۱/۷ ۵	۴۰	۲۱۰۰	۷۹	۳۰	۲/۲	۱۸	۴۰	۱۸	۴۰	۲۱۰۰	۳۹
۴۰	۳/۶	۱۲	۴۰	۱۲	۴۰	۲۱۰۰	۸۰	۱۶	۲/۲۳	۱۷	۳۸	۱۷	۳۸	۲۱۰۰	۴۰

TPM



$$m = \frac{H-L}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad b = \frac{X_{\max} \cdot L - X_{\min} \cdot H}{X_{\max} - X_{\min}}$$

L H

$X_{\max}, X_{\min}$

$X_i$

[ ]

[ ]

$$X_n = \frac{2(X - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}} - 1$$

[L, H]

( )

( )

[ ]

( )

[ ]

(ANFIS)

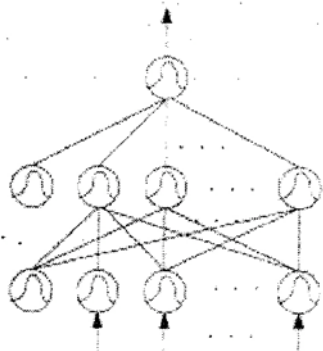
(Adaptive-Neural-based Fuzzy Inference Systems)

[ ]

(Jang)

[ ]

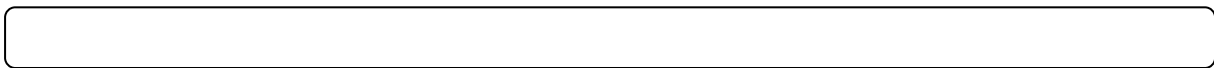
SPSS



[L, H]

$$X_{\text{scaled}} = mX_i + b$$





(MFNN)  
(Backpropagation)

$$R^2 = \frac{(\sum (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}))^2}{(\sum (y_i - \bar{y})^2 \sum (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2)}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |y_i - \hat{y}_i|$$

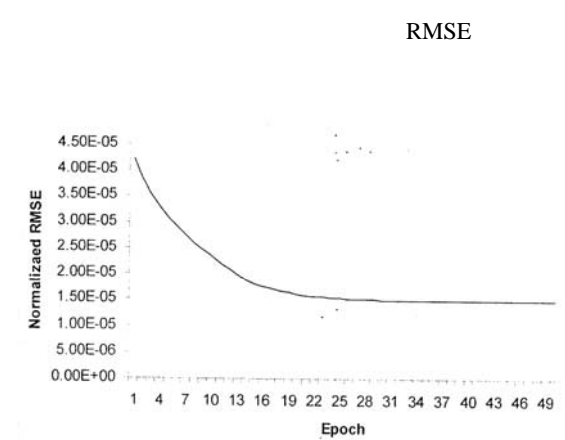
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{|y_i|}$$

$$NMSE = \frac{1}{n} \sum \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{y_i^2}$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

R <sup>2</sup>	MAE	MAPE	NMSE	MSE	RMSE	
۰/۹۹۹۹	۱۶/۹۶۳۷	۰/۲۸۹۲	۰/۰۰۰۱۷	۲۶۶۸/۶	۵۱/۶۵۸	شبکه‌های عصبی فازی



&lt;x&lt;

( )

( )

عدم بازرسی	۲۱۲۴/۶	۶۱	بازرسی	۲۱۷۶/۸	۴۱	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۱	بازرسی	۲۰۴۰	۱
بازرسی	۲۱۸۸/۵	۶۲	عدم بازرسی	۲۱۰۶/۶	۴۲	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۲	بازرسی	۲۰۶۰	۲
بازرسی	۲۱۹۰	۶۳	بازرسی	۲۱۸۹/۶	۴۳	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۳	بازرسی	۲۰۶۰	۳
بازرسی	۲۱۹۰	۶۴	عدم بازرسی	۲۱۲۳/۸	۴۴	بازرسی	۲۱۵۰	۲۴	بازرسی	۲۰۲۰	۴
بازرسی	۲۱۹۰	۶۵	عدم بازرسی	۲۰۹۵/۶	۴۵	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۵	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۵
بازرسی	۲۱۹۰	۶۶	عدم بازرسی	۲۰۸۹/۲	۴۶	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۶	بازرسی	۱۹۸۰	۶
بازرسی	۲۱۹۰	۶۷	عدم بازرسی	۲۱۲۶/۴	۴۷	بازرسی	۲۰۱۰	۲۷	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۷
بازرسی	۲۱۸۵/۲	۶۸	بازرسی	۲۱۶۰	۴۸	بازرسی	۲۱۵۰	۲۸	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۸
بازرسی	۲۱۹۰	۶۹	بازرسی	۲۱۶۹	۴۹	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۹	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۹
بازرسی	۲۱۹۰	۷۰	بازرسی	۲۱۴۳	۵۰	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۰	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۰
بازرسی	۲۱۹۰	۷۱	عدم بازرسی	۲۰۷۷/۸	۵۱	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۱	بازرسی	۲۰۵۰	۱۱
بازرسی	۲۱۹۰	۷۲	عدم بازرسی	۲۰۷۳/۱	۵۲	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۲	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۲
عدم بازرسی	۲۱۲۱/۵	۷۳	بازرسی	۲۱۵۷/۶	۵۳	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۳	بازرسی	۲۱۶۰	۱۳
بازرسی	۲۱۸۷/۲	۷۴	بازرسی	۲۱۶۳/۵	۵۴	بازرسی	۲۰۵۰	۳۴	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۴
بازرسی	۲۱۹۰	۷۵	بازرسی	۲۰۶۰/۴	۵۵	بازرسی	۲۱۸۰	۳۵	بازرسی	۲۱۸۰	۱۵
بازرسی	۲۱۹۰	۷۶	بازرسی	۲۲۰۰/۲	۵۶	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۶	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۶
بازرسی	۲۱۹۰	۷۷	بازرسی	۲۱۹۰	۵۷	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۷	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۷
بازرسی	۲۱۹۰	۷۸	عدم بازرسی	۲۱۰۰/۸	۵۸	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۸	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۱۸
بازرسی	۲۱۹۰	۷۹	عدم بازرسی	۲۰۹۵/۹	۵۹	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۳۹	بازرسی	۲۰۰۰	۱۹
بازرسی	۲۱۹۰	۸۰	بازرسی	۲۱۹۸/۱	۶۰	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۴۰	عدم بازرسی	۲۱۰۰	۲۰

7. He Z. Wu M. Gong B, (1992) Neural network and its application on machinery fault diagnostics. IEEE International Conference on Systems Engineering; 576-579.
8. Knapp GM. Wang HP, (1992) Machine fault classification: A neural network approach. J Production Research; 811-823.
9. Becraft WR. Lee P L, (1993) An integrated neural network/expert system approach for fault diagnosis. J Computers and Chemical Engineering; 1001-1014.
10. Knapp G M. Javadpour R. Wang HP, (2000) An ARTMAP neural network-based machine condition monitoring system. J Quality in Maintenance Engineering; 86-105.
11. Bansal D. Evans DJ. Jones B, (2005) Application of a real-time predictive maintenance system to a production machine system. J Machine tools and manufacture; 1210-1221.
12. Lucifredi A. Mazziari C. Mrossi, (2000) Application of Multiregressive Linear models, dynamic kriging models and neural network models to predictive maintenance of Hydroelectric power systems, Mechanical systems and signal processing; 14(3), 471-494.
13. Molina J.M. Isasi P. Berlanga A. Sanchis A, (2000) Hydroelectric power plant management relying on neural networks and expert system integration, Engineering Applications of Artificial Intelligence; 13, 357-369.
14. Bansal D. Evans D. Jones B, (2006) bjest: A reverse algorithm for the real-time predictive maintenance system, International Journal of Machine Tools & Manufacture; (46) 1068-1078.
15. Wittkemper H. Steiner M, (1996) Using neural networks to forecast the systematic risk of stocks. J European Journal of Operational research; 577-588.
16. Kim Yong Seog, (2004) An intelligent system for customer targeting: a data mining approach. J Decision Support Systems; 215-228.
17. Spearman C, (1904) General intelligence: objectively determined and measured, American Journal of Psychology; (15) 92-201.
19. Wilson ID. Paris SD. Ware JA. Jenkins DH, (2002) Residential property price time series forecasting with neural networks, Knowledge-based systems; 335-341.

(PCA)

1. Javadpour R. Knapp GM, (2003) A fuzzy neural network approach to machine condition monitoring. J Computers and industrial engineering; 323-330.

( )

( )

( )

5. Swanson I, (2001) Linking maintenance Strategies to performance. J Production economic; 237-244.
6. Mitra S. Pal S K, (1995) Fuzzy multi-layer perceptron, inferencing and rule generation. IEEE Transaction on Neural Networks; 51-63.

21. Jang JSR, (1993) ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics; 665-685.

20. Jang JS R, (1991) Fuzzy Modeling Using Generalized Neural Networks and Kalman Filter Algorithm, Proc. Of the Ninth National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-91); 762-767.

